第21卷 第4期 昆 虫 学 报 Vol. 21, No. 4
1978年11月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Nov., 1978

应用赤眼蜂防治害虫的一些问题

王 敏 慧
(中国科学院动物研究所)

解放后，特别是近几年来，我国害虫生物防治工作取得了很大的进展。赤眼蜂的应用就很突出，南自两广，北到黑龙江都有所发展。据初步统计，1976年赤眼蜂的应用面积已达1,000万亩，成绩非常显著。然而在繁蜂、放蜂及防治效果等方面，许多地区不同程度地还存在着一些问题，甚至对赤眼蜂的作用也有一些不同看法。如果分析一下国外的情况，可以发现同样存在一些问题。本文主要就国内外赤眼蜂的研究和应用情况，讨论以下几个重要问题，即：对应用赤眼蜂的评价，提高防治效果的技术关键和繁蜂寄主卵的来源。

一、对应用赤眼蜂的评价

如果从最早的试验算起，应用赤眼蜂防治害虫已有将近一百年的历史。在这样一段相当长的时间里，世界上许多国家先后进行了一系列的试验研究，并累积了丰富的生产实践经验。因此，我们没有必要在这里对寄主——寄生物关系或卵寄生蜂的作用等生态学问题作理论探讨来论证赤眼蜂的应用价值，可从其实际发展过程加以评论。

自从1882年Saunders在加拿大进行第一次小规模施放试验以来，赤眼蜂的试验和应用已在欧洲(东欧、中欧)，亚洲(东亚、南亚)和美洲等的一些国家有了很大的发展，并已实际应用于粮、棉、糖、菜、果、林等多方面的害虫防治(王敏慧1978)。就我国的情况来看，也是如此。蒲蛰龙(1976)曾列举二十几种防治对象，并指出对一些重要害虫的防治效果可达70—90%。就国外情况来看，作者已指出，有十几种赤眼蜂用于数十种害虫的防治。成功的经验表明，其效果一般可达60—90%，能增产一至二成，而其成本显著地低于化学防治。由此可见，赤眼蜂现在已是世界上防治对象较多、效果较好、成本较低、应用面积较广的一种“以虫治虫”方法，并且常常是综合防治方案中的重要措施之一。然而，在作出这样一个评价后，我们还必须指出赤眼蜂应用的局限性和存在的问题。防治对象虽多，但主要是鳞翅目昆虫，特别是夜蛾、螟蛾和卷叶蛾。效果虽然较好，但存在着不稳定现象。防治面积虽不断扩大，但繁蜂寄主卵的供应有一定的困难。成本虽然较低，但搞得不好，也会劳民伤财、得不偿失。正因为如此，就实际应用来看，国内各地或世界各地的发展是不平衡的，并时有起伏。过去许多人认为天敌的利用只在南方湿热地区有发展前途，的确国内外在湿热地方用于防治甘蔗螟和稻螟的试验研究是较早较多的。然而赤眼蜂防治甘蔗螟在一些国家(如美国、巴巴多斯等)虽经多年使用，但终因无效而放弃，改用寄生蝇或其他方法。赤眼蜂防治二化螟(*Chilo suppressalis*)虽经多次试验，并未获得较理想的结果，也没有能够大面积推广应用。此外，欧美研究赤眼蜂防治苹果囊蛾(*Laspeyresia pomonella*)几十年，也只是取得部分成功，也未能普遍应用。在成功的事例中，赤眼蜂的应用限于定期大量施放，并且许多害虫的防治单独靠它是不行的，必须进行综合防治。所有这些

情况曾使得一些人对赤眼蜂的有效性持怀疑态度，甚至加以否定，对其发展前途表示悲观。实际上，这只能说明问题的复杂性和应用的有限性，而不能据此错误地估计赤眼蜂作为生防手段的应用价值。正如作者(1978)所指出，从现状与趋势来看，发展的前景是良好的，应该承认它是有相当应用价值的。国内外的近况发展就是很好的例证。

赤眼蜂用于防治甘蔗螟，在南亚和拉丁美洲有了新的苗头。在我国，成功地应用于广东、广西、台湾、福建等省(区)。赤眼蜂防治稻螟虽然问题复杂，但仍属有希望。同时，近几年应用赤眼蜂防治稻纵卷叶螟(*Cnaphalocrocis medilalis*)在我国取得了很好的成绩。此外，赤眼蜂防治苹果囊蛾等果树害虫在苏联和欧洲一些国家也还是比较成功的。不仅如此，更重要的是应该看到六十年代以来赤眼蜂应用的进一步发展。必须指出，一些国家早期试验不成功的对象，现已取得较好的成果。例如，玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)。二十年代在德国的试验未能成功(Zwölfer, 1929)，但在苏联欧洲部分现已较广泛地使用(Щепетильникова, 1974)，并且近来在法国(Voegele 等, 1975)和瑞士(Suter 等, 1976)的试验都得到了很好的结果。在我国，最近两三年北方地区(特别是东北)的发展更可以说是突飞猛进。使用最多的辽宁省1976年已达500万亩，而成本仅每亩一、二角，甚至五分钱。又如，一些棉虫(*Heliothis* sp.、*Earias* sp.)。虽然三、四十年代在南非和印度等地的试验结果都不太好(Parson 等, 1939; Cherian 等, 1943)，但近一、二十年来在美洲有了较广泛的应用，并且在亚、非和大洋洲也有所发展(王敏慧, 1978)。同时，我国近几年在防治棉铃虫(*Heliothis armigera*)方面也取得了较好的成绩(北方的山西、陕西、新疆、山东和南方的江苏、湖北等省区都有报道)。大量事实已证明赤眼蜂的应用是经济有效的。由此可见，一方面要看到它的局限性和存在问题，另一方面也要看到它的潜力和前途。就近几年的一些生防专著(DeBach, 1974; Шумакова 等, 1974; Franz, 1976; Huffaker 等, 1976; Coppel 等, 1977)来看，对赤眼蜂已有较多的注意和较好的评价。总之，正如作者(1978)所指出，随着科学技术的发展，近来赤眼蜂的应用表现出面积扩大和对象不断增加的发展趋势。这就足以说明赤眼蜂的应用基本上是成功的，并且是有前途的。

二、提高防治效果的技术关键

自从开展赤眼蜂的大田试验以来，结果是成败都有，生产应用中的实际效果也很不一样。所以，国外不断有人从各个方面探讨影响防效的因素和提高效力的措施(Flanders, 1930; Старк, 1944; Ковалева, 1954; Mayer, 1955; Stein, 1960; Kot, 1968; Дядечко 等, 1971; DeBach, 1974; Шиченков, 1974; Зильберг, 1976 等)。近一、二十年来，我国各地在赤眼蜂应用技术方面累积了丰富的经验，但要在提高防效方面充分掌握规律，尚有待深入进行系统的专题总结。作者认为，种型选择、培育壮蜂和某些田间技术在提高防效方面起很关键的作用，必须引起足够的重视。这里仅就国内外情况对这些问题加以论述，以供有关方面参考。

(一) 种型选择 目前世界上已知赤眼蜂种类达四十种左右，我国已知有十几种，但对防治某一害虫来说，各个种的应用价值并不一样。同时，由于大部分赤眼蜂是多食性卵寄生蜂，同一种可以有多种寄主，并且对不同寄主的效应也不同。不仅如此，一个赤眼蜂种往往又有一些种下类型，对不同寄主有不同喜好，对不同生境有不同适应能力，因而用以

防治害虫的效果也有所不同。这些认识来自近几十年来一系列科学实验和许多次实际应用所揭示的客观事实。因此就出现了这样一个问题：不仅要选择一个适当的种，而且要选择一个适当的种下类型，才能获得更好的防治结果。这也就是所谓种型选择问题。要很好地解决这一问题首先要靠分类学的研究，但同时也必须有一系列生态学、生理学和遗传学的基础研究。当然，植保工作者在各地的选择试验和比较研究是更主要的工作。

一定的赤眼蜂种型，对某些生境和寄主有特别的适应，表现出明显的生境选择和寄主喜好。三、四十年代对赤眼蜂分类的研究除形态观察外，很大程度上也依据生境类型来区分，因为食胚赤眼蜂（*T. embryophagum*）和微小赤眼蜂（*T. minutum*）等常见于树林，广赤眼蜂（*T. evenescens*）和短管赤眼蜂（*T. pretiosum*）等常见于大田，而稻螟赤眼蜂（*T. japanicum*）和显棒赤眼蜂（*T. semblidis*）则常见于水田、沼泽。由于在分布上存在着这样的差别，所以甚至有划分为大田型、森林型和沼泽型三种生活型的想法。近二、三十年来对赤眼蜂的生境选择已经累积了许多实际经验，特别是在苏联有较多的研究成果（Щепетильникова, 1970、1974）。不同赤眼蜂种往往各自有其主要发生地，并且即使是在同一生境，也会表现出分布上的差别。广赤眼蜂常见于大田，过着地上生活，经常只作短距离飞行，在植物和地面上迁移，并且聚集在低矮植物上或较高植物的下部。在果园中，广赤眼蜂一般集中于树冠的下部和中部。相反地，果园群落的代表，卷蛾赤眼蜂（*T. cacoeciae pallida*）和食胚赤眼蜂主要生活于树上，前者从高到低分布于整个树木，而后者则集中于树冠上部（达 70%）。苏联广赤眼蜂的个别生态型（阿斯特拉罕型）也适应于树上生活，并集中于树冠上部。应该指出，赤眼蜂的种下类型对不同环境条件的适应能力是有显著差异的。苏联广赤眼蜂一些型喜好 75—80% 的相对湿度，而另一些来自炎热地区的生态型是抗干燥的，甚至能忍受 25—40% 的相对湿度。在寄主喜好方面，差异也很突出。有一些种类目前已知寄主范围很窄，如粘虫赤眼蜂（*T. leucaniae*）寄生于粘虫（*Leucania separata*），而凤蝶赤眼蜂（*T. sericini*）寄生于一种凤蝶（庞雄飞与陈泰鲁，1974）。大多数赤眼蜂是多食性的，寄主种类较多，但其喜好有很大差异。国内外对此早就有所注意，并进行了一系列研究。例如，钱永庆等（1964）报道，南京玉米螟卵上有五种赤眼蜂，但其寄主喜好和在大田玉米螟卵上的自然寄生率是不一样的。不仅如此，甚至同一赤眼蜂种对同一类昆虫也表现出明显差异。例如，疏毛赤眼蜂（*T. semifumatum*）在 8 种夜蛾科昆虫上的寄生情况就不一样，少的不到 2%（*Pseudoplusia includens*），多的达 95% 以上（*Heliothis zea* 和 *H. virescens*）（Stern 等，1968）。种下类型的寄主喜好往往也表现出明显的差异。例如，苏联的广赤眼蜂，有的喜好夜蛾，有的喜好玉米螟，个别的喜好苹果囊蛾。又如，暗黑赤眼蜂（*T. euproctidis*）有夜蛾型和螟蛾型（Дядечко 等，1976）。于此必须强调一下，决不应该低估种下类型的意义。Quednau（1960），Brenière（1965），Schieferdecker（1968）和 Щепетильникова（1970）等都曾指出其在防治害虫方面的重要性。然而，尽管对赤眼蜂种下类型的存在和形成已有一些初步认识，但问题还远远没有完全澄清（参看王敏慧，1977）。总的说来，赤眼蜂种下类型的特征主要表现在生境选择、寄主喜好和搜索能力等行为习性以及对气候条件（包括温、湿、光乃至风力等）的生理适应，同时也表现于发育速度、寿命、生殖力和性比等生物学特性。我们可以根据这样一些性状所表现出来的适应性和生活力来决定某个类型在某一地方最适宜于防治某种害虫。同时应该指出，不仅是选用天然的

种型，而且可以进一步人为地选择培育具有某些特性的新品系，以便取得更理想的结果。例如，通过选择可提高搜索能力(Urquijo, 1951)，生殖力(Breniére, 1965; Ram, 1976)，甚至有可能选育出对农药有抗性的品系(Kot 等, 1976)。综上所述，我们不难看出种型选择在防治实践中确实是一个很重要的问题。

事实上，近一、二十年来各国对此已比较重视，并已进行了一些研究，取得了不少成果。这里又可分两种情况：(1)本地现有蜂种的比较；(2)选用较好的外地蜂种。第一种情况是人们经常注意到的。例如，钱永庆等(1964)比较南京玉米螟卵上五种赤眼蜂的生物学特性后，认为只有三种比较有希望用于生产实践。事实上其中的松毛虫赤眼蜂(*T. dendrolimi*)近几年已在我国许多地方广泛地用于防治玉米螟。广东水稻害虫防治队(1974)对防治水稻纵卷叶螟比较了稻田三种赤眼蜂的情况，发现田间施放稻螟赤眼蜂的寄生率最高。美国在一系列用于防治棉铃虫的试验中发现短管赤眼蜂的效果较好，而微小赤眼蜂是很差的。苏联根据广赤眼蜂种下类型的一些生态特点和各地农业气候条件对其在苏联欧洲部分的应用作了区划(Мурашевская 等, 1975)。第二种情况是引入一个有某些优点的外来种型，希望能获得比本地种类更好的防治效果。例如，暗褐赤眼蜂(*T. fasciatum*)生殖力很强，在一些美洲国家用于防治甘蔗螟有较好的效果。因此，亚、非一些国家曾作引入试验。Brenière (1965) 曾对马达加斯加岛本地的澳洲赤眼蜂三个品系以及从美国引入的微小赤眼蜂和暗褐赤眼蜂各一个品系作比较，希望能获得更好的种型。虽然暗褐赤眼蜂有高于本地蜂种的生殖力，并且能很好地寄生于当地的甘蔗螟(*Proceras sacchariphagus*)，但施放后在田间只维持了几代，一年后就几乎看不见了，因而没有能决定选用它。巴西赤眼蜂(*T. brasiliensis*)在拉美一些国家用于防治棉铃虫(*Heliothis zea*)和红铃虫(*Pectinophora gossypiella*)有较好的效果，印度曾经作引入试验，用以在哈里亚纳邦防治金钢钻(*Earias insulana*)和红铃虫，取得了显著增产的效果(Sangwan 等, 1972)。此外，在本地几乎没有赤眼蜂的情况下，更是主要靠引入合适的外地蜂种。Voegele 等(1975)曾比较赤眼蜂的12个种和广赤眼蜂的9个型防治玉米螟的效率，并在法国阿尔萨斯用广赤眼蜂的摩尔达维亚型取得很好的大田试验结果。必须指出，许多研究者都强调选用本地的种型，因为它们更适应当地的气候乃至耕作制度，往往生活力更强，效果也更好。然而，从与本地环境条件比较接近的地区引入有某些优点的种型，也是提高防治效果的一个重要途径。我国目前使用较多的松毛虫赤眼蜂，在许多地方不仅用于防治松毛虫(*Dendrolimus* spp.)和一些果树害虫，而且也用于防治玉米螟和棉铃虫等。这是因为这一蜂种的生活力强，容易繁殖，并且在大量施放后能有较好的防治效果。然而，就防治玉米螟和棉铃虫而言，现在还不能说各地都已选用最好的种型，一些问题尚有待进一步研究。总的说来，一个更合适的种和型可以获得更好的防治效果，这一点应该是无疑的。

（二）培育壮蜂 国内外一些植保工作者在生产实践中已经愈来愈明确地认识到这样一个事实：取得良好的防治效果，不仅需要有一定数量的赤眼蜂，而且还需要保证一定的质量。然而，在大量繁殖过程中，特别是单一来源的群体，用小蛾卵在恒温下多代饲育，往往很快出现蜂种的退化变弱现象。这种退化的蜂群施放到大田后效率很低，甚至无效。当然，退化变弱问题不仅存在于赤眼蜂的繁育，也常见于其他一些大量饲育供施放的昆虫。实际上，由于种种原因，室内多代饲育的昆虫往往会出现遗传性变弱，甚至会出现现在

大田施放无效的所谓实验室生态型或工厂生态型（Mackauer，1972、1976）。正因为如此，人工饲育昆虫的质量问题已经是有关工作者愈来愈关心的问题（Huetel，1976；Chambers，1977）。就赤眼蜂而言，问题更加突出。事实上人们早就通过一系列科学试验和生产实践发现了这个问题，并不断研究各种改进办法。显然，即使是同一个种乃至同一个型的赤眼蜂，经过不同的实验室或生防站的多代大量繁殖，最后用于大田的蜂群可能表现出很不一样的品质。不仅会在寿命、生殖力和性比等生物学特性方面不同，而且会在寄主喜好、搜索能力和对环境的适应能力等方面有所不同，因而同样数量的蜂群放到大田后会有不一样的效果。一个高质量的蜂群可能相当于数量多几倍乃至几十倍以上的低质量蜂群。因此，这里有必要对一系列重要的影响因素加以分析讨论。

1. 近亲繁殖：由于考虑到本地蜂种适应性强，很可能就在当地一块寄生率较高的田地里采集一定数量的赤眼蜂供大量繁殖用，并不断留种连续多代饲育。由于希望从成功地使用赤眼蜂的地区引入更好的蜂种，可能把取来或邮来的少量种蜂卵卡作为“母种”来繁殖许多代。这些情况就会碰到近亲繁殖问题。一般说来，昆虫的近亲繁殖容易造成衰退现象。因此蜂种来源要广泛些，而且要注意更新。虽然已选定某一赤眼蜂的种型，但可以从不同地点采来一些群体供大量繁殖用，以杂交优势克服近亲繁殖所引起的退化现象。

2. 过寄生：对赤眼蜂的过寄生问题国外已进行过一系列专门研究（Salt，1936；弥富喜三，1950；Narayanan，1957；Schieferdecker，1969；Bonnemaison，1972）。国内各地也作了许多观察和试验。过寄生会造成羽化率低、个体变小、寿命缩短、生殖力低乃至增加雄性的比例，这些显然都会降低蜂群的质量，影响防效。防止过寄生的方法主要是控制接蜂比和接蜂时间。通过试验和一定的生产实践不难解决这个问题。

3. 寄主卵的质量：不同种寄主卵的效果是不一样的。国内外的经验表明，大型卵通常比小卵好。例如，我国常用的柞蚕（*Antheraea pernyi*）卵和蓖麻蚕（*Philosamia cynthia ricina*）卵就比国外常用的麦蛾（*Sitotroga cerealella*）卵好，所育蜂不易退化变弱。即使同属小蛾类的卵，粉螟（*Ephestia kühniella*）卵就比麦蛾的好，育出的蜂生殖力较高、寿命较长（Lewis等，1976）。在同种卵中，新鲜程度和保存方法对质量也有明显影响。国内外一些对比试验都表明，新鲜卵是赤眼蜂最爱寄生的，并且生长发育良好。因此我国东北地区提倡“三新繁蜂”，强调用新鲜卵。就虫态而言，柞蚕等以存蛹（茧）为宜。就方法而言，虽曾试验过多种化学保卵法，但结果不够理想。对一些常用寄主来说，现时仍以低温贮存为好。然而，不同冷藏方法和时间对质量的影响应予注意。

4. 单一寄主：经验证明，用单一寄主繁殖赤眼蜂往往影响蜂群的质量，特别是在寄主喜好和搜索能力方面，因而防治效果较差。用小蛾卵作中间寄主则问题更突出。用麦蛾繁殖几代后就出现退化。供防治蔗螟（*Proceras sacchariphagus*）用的澳洲赤眼蜂以米蛾（*Corcyra cephalonica*）卵饲养几代后甚至不能再到蔗螟卵上去寄生（Brenière，1965）。因此国外一些主要用麦蛾等小蛾卵的国家，在作了一系列研究后，认为必须改变单一寄主饲育，适当配合一种或更多种的转换寄主。例如，苏、美、常用 *Heliothis* spp. 作转换寄主（Lewis 等，1976）。我国常用的繁蜂寄主柞蚕、蓖麻蚕、松毛虫、米蛾等，这些可以互为转换寄主。此外，有些地方也采用其他野生昆虫卵，如杨扇舟蛾（*Clostera anachoreta*）（安徽）、柳天蛾（*Smerinthus planus*）（山东）、银杏大蚕蛾（*Dictyoploca japonica*）（辽宁）等，效果很好。

5. 恒温培养： 人工繁殖赤眼蜂往往在室内较恒定的温、湿度下进行，因而多代饲育后容易丧失对野外气候条件的适应能力，特别是抗逆性。对此，早就有人作过试验(Старк, 1944; Stein, 1960)。实践证明，在恒定温、湿、光条件下饲育的赤眼蜂比变动条件下培育的防治效果要差得多。我国一些地方常在较恒定的条件下繁殖多代后进行变温锻炼，以防退化。

6. 贮存不当： 供大面积施放用的赤眼蜂常需以一定虫态在适当条件下贮存，以便适期使用。但贮存温度不宜过低、时间不能太长。不适宜的贮存条件(特别是温、湿度)不仅会造成一定死亡，而且也影响子蜂的质量。对此国、内外已有丰富经验。

总之，必须采取相应的措施，克服导致退化变弱的因素，保证施放到田间时能有高质量健壮赤眼蜂。生产赤眼蜂的单位应对所供应的蜂群给出质量指标。Цыбульская (1973) 曾提出评定质量的七条指标： 寄生率、羽化率、变型个体百分率、羽化历期、寿命、性比和生殖力(一头雌蜂的产卵数)。此外，最好能对寄主喜好、搜索能力乃至对气候的抗劣性等情况也有所掌握。除人为规定外，一般可用田间采到的自然种群作为提供比较的标准。这里必须指出，来源虫群是很重要的，不仅要选合适的种型，而且还要有一定的数量。数量太少也容易退化。此外，从自然界选出一定种型后，在室内大量繁殖过程中，还可以有意识地再进行人工选择，培育更优良健壮的品系。例如，可提高生殖力(产卵能力)。Brenière (1965) 所作澳洲赤眼蜂选择试验表明能提高其生殖力(虽然寿命和体型大小没有出现遗传性变化)。Ram (1976) 报道，经过 16 代实验室选择提高了暗褐赤眼蜂的生殖力(但没有能增加雌性比)。这些也是我国大量生产赤眼蜂的单位所应考虑的问题。

(三) 田间技术 大家知道，生物防治本来是一种自然现象，是田间害虫种群数量变动过程中天敌因子调节控制的效应。作为植保措施的生物防治，具体说来就是采取一定的田间技术利用天敌消灭害虫。此种田间技术很大程度上是建立在生态学研究基础之上的。这里首先涉及寄主与寄主物关系，两个种群在一定生境中相互有关的变动及相对平衡，而这又是在一定群落，一定农业生态系中实现的。这就决定了问题的高度复杂性和任务的长期性。为了成功地进行生物防治，有些专家甚至要求不仅完全掌握害虫发生规律，充分了解天敌的田间生态，而且要分析整个农业生态系。然而，一个地方的植保工作往往是紧迫任务，不能等待尽善尽美的基础研究完成后才设计最好的实施方案，因此许多技术措施都是在初步研究的基础上通过小规模试验和大面积生产实践而发展起来的。应用赤眼蜂防治害虫的情况也正是如此。几十年来，世界各国经过无数次的试验，主要用定期施放方法取得基本成功或部分成功。同时，为了使赤眼蜂发挥更好的效果，也设计了一些综合防治方案并采取一系列起促进作用的管理措施。这里不准备讨论生态学基础和各种具体的田间技术方法，而仅就其对防效的影响从以下三方面作一些说明。

1. 定期施放： 放蜂的数量、时间和次数与效果和经济都有关。多年来世界各地的施放量是很不一样的，每亩(树)从几百头到几万头以上。有些人认为，要提高防效必须多放蜂，实行“过量施放”，但另一些人则不赞成，认为数量太多不但不经济，反而会引起不良作用。如 Ковалева (1954) 曾批评乌克兰过去放蜂量太大。Mayer (1955) 认为，如果每公顷超过 2 万头，会因过寄生而降低效果。事实上，放蜂量的决定，常受赤眼蜂的种型与质量、害虫、作物和放蜂时的气候条件等一系列因素的影响，既不能任意施放，也不宜机械地规

定，原则只能是经济有效。Wiackowska (1965) 指出，非常大量施放看起来更有效，但小量施放较经济。她认为，在一定范围内，放蜂量不是很重要的，而放蜂时间则很关键。Клок (1975) 曾报道 1969—1974 年间在乌克兰防治玉米螟的施放量试验结果：每公顷施放总量从 4 万到 15 万头，但 10 万头以上的效果并不显著增加。冯建国等 (1977) 对防治玉米螟的研究表明，每亩放 10,000，15,000 和 20,000 头的效果差异不大，因而认为从经济角度来看每亩每次放 10,000 头即可。这些都说明没有必要放得过多。不仅如此，如果赤眼蜂的种型合适、质量高，我国许多地方的放蜂量还可以大大减少。当然，如果繁蜂情况不佳，则必须多施放些低质量的蜂子，以保证一定的效果。放蜂时间十分重要，一定要保证"蜂卵相遇"。这里要注意的是必须有准确的测报，对于卵的始、盛、末要掌握得很好。对于许多害虫来说，必须进行实地调查，不能完全靠推算。同时，还要根据害虫发生的代数和重叠情况，雌虫产卵期的长短和卵期天数以及放蜂时期的气候状况等来决定放蜂的次数。一些试验表明，当天然寄生率相当高时，放蜂效果不显著，因此在这种情况下可考虑减少次数，甚至不放。此外，改进一些具体放蜂方法，可能减少次数且提高效果，如"重叠放蜂法"、"长效蜂卡"等。在这方面我国各地创造了不少新鲜经验，应很好地交流总结。

2. 管理措施：这是指采取一定措施促进定期施放的赤眼蜂更加见效以及保护自然界的赤眼蜂使它们充分发挥作用。显然，这要根据对赤眼蜂生物学和田间生态的研究结果来设计。措施是多种多样的。例如，增加蜜源植物可招引寄生蜂，同时因提供成虫营养而延长其寿命和提高生殖力。Федоринчик (1970) 对果园综合防治提出两项措施：施放某些种型的赤眼蜂和在树行间种植蜜源植物(荞麦、芥菜、茴香)。又如，保护无危害的越冬寄主和转换寄主也是很重要的。安徽阜南 (1975) 曾对淮北地区赤眼蜂的自然越冬进行调查。日本人注意研究稻螟赤眼蜂在稻田的重要转换寄主沼蝇 (Sciomyzidae)。此外，应因地制宜结合大田管理采取适当措施保证赤眼蜂的生存和活动。如干旱地区的灌水等。此外还可采取一些特殊的管理技术，例如施放寄主。Parker (1971) 因生长季节开始时寄主数量太少，而在散放广赤眼蜂时也施放适当量的菜粉蝶 (*Pieris rapae*) 卵，以便促进赤眼蜂在大田的繁殖。又如，美国对赤眼蜂的产卵引诱物进行了一些研究 (Lewis, 1975 等)。

3. 综合防治：赤眼蜂对一些害虫的防治需要采取其他措施相配合，以便取得更好的成绩。加之某些作物的害虫种类较多，不能单靠赤眼蜂来解决问题。这就要求了解有机杀虫剂、微生物制剂、不育剂等对赤眼蜂的影响。近几年来国外在这方面已有较多的研究 (Franz 等，1971；Hassan，1973、1974、1975；Ионова，1973；Толстова 等，1974；Киселек，1975；Plewka，1973；Lewis，1972；Lingren 等，1976)。我国在有机农药方面也作过专门试验 (江苏农科所等，1976)。一些研究表明，苏云金杆菌对赤眼蜂是无害的。我国一些地方采用蜂、菌结合防治玉米螟(兰考，1974) 和水稻害虫 (广西贵县等，1975)。苏联和东欧一些国家也常用微生物制剂与赤眼蜂配合防治果树害虫 (Федоринчик，1970；Колмакова，1971；Карадожов，1974；Махмудов，1976 等)。然而，有机农药、菌剂、捕食者和寄生蜂等多种手段的配合问题是相当复杂的。如果结合得不好，不但不能使赤眼蜂更有效地发挥作用，反而会降低寄生率，影响防效，这是需要特别注意的。

三、繁蜂寄主卵的来源

应用赤眼蜂防治害虫的重要科技问题中，除防治效果比较突出外，就是繁蜂寄主卵的供应。如何能获得大量的寄主卵用以繁殖赤眼蜂？从国内外情况来看，其来源大致有三个途径，即：采集、饲育和人造。

（一）野外采集　从应用研究一开始起，人们就采集一些野生昆虫的卵来繁殖赤眼蜂。例如，国外曾用过棕尾毒蛾（Nygmia phaeorrhoea）、松毛虫（*Dendrolimus pini*）、松夜蛾（*Panolis flammea*）和灯蛾（*Arctia caja*）等。我国现时仍有一些地方主要靠采集松毛虫（*Dendrolimus* spp.）蛹等获得繁蜂寄主卵。此外，也有诱集蛾类，在田间扣笼产卵繁蜂的经验。这一方法虽然成本低且可结合除虫，但有一个严重缺点，就是供应量不够大，也不够稳定，且害虫的大量发生与植保工作又有一定矛盾。一般说来，这只能作为一个次要的补充来源。在有条件的地方可供小规模生产或作转换寄主用。

（二）人工饲育　大量人工饲育一些蛾类昆虫，并贮存其蛹体或虫卵备用，这是二、三十年代以来的主要途径。世界各国所用昆虫大致可分以下三类。

1. 小蛾类仓库害虫：常用的有麦蛾、米蛾、粉螟（*Ephestia* spp.）和蜡螟（*Galleria mellonella*）等。我国使用不多，仅南方有些地区用米蛾等。在国外，用得最多、饲养规模最大的是麦蛾。在美国，由 Flanders (1929、1930) 所首创，又由 Spencer 等 (1935) 所改进、发展了大量繁殖技术，至今仍为重要饲育对象。用得特多的国家是苏联，各地有专门饲养麦蛾繁殖赤眼蜂的"生防实验室"或"生防工厂"，并有自己的一套"生产线"(Тураева, 1969; Андреев, 1973; Вареник 等, 1975; Овчинникова, 1975 等)。近几年发展的半自动化养虫机构，每天生产量为五千万粒卵。此外，德国（Neubecker, 1967; Schieferdecker, 1968、1969）、保加利亚（Германов 等, 1976）、波兰（Olszak, 1976）等也发展用麦蛾繁蜂的技术。拉丁美洲国家如秘鲁（Herreva, 1959）等也有所发展。近来又在澳大利亚（Grimm 等, 1976）等国开始用麦蛾繁殖赤眼蜂。米蛾是南亚国家的主要饲养寄主（Abbas, 1963; Raj, 1976）。我国南方广东等省亦有饲育（主要用于繁殖稻螟赤眼蜂）。此外，拉丁美洲的古巴（Dela Torre, 1974）、巴西（Guerra, 1975）等近几年也研究发展饲育米蛾技术。日本过去常用粉斑螟（*E. cautella*）。欧洲有些国家则用地中海粉螟（*E. küehniella*）、特别是近几年在法国有所发展（Daumal 等, 1975）。每头雌虫可产二百多粒卵，且此虫的繁蜂效果比麦蛾好。对蜡螟也早有应用（Stein, 1960）。近几年美国研究发展了饲育技术（Boldt 等, 1974; Marston, 1975）。一般说来，这些小蛾类容易繁殖，可用简单设备亦可用半自动化装置来饲育、采卵。不足之处是需大量消耗谷物或其副产品，且产蜂少(一般每粒卵 1—2 头)，质量不如大、中型蛾类的卵。这些小蛾都是仓库害虫，有的(如米蛾)在一些地区是检疫对象，应用时需特别注意。

2. 蚕蛾类有益经济昆虫：近一、二十年来我国从南方到北方广泛采用蓖麻蚕卵和柞蚕卵繁蜂。近几年使用柞蚕更多，在东北三省发展尤其迅速。蓖麻蚕每雌可产卵 200—500 粒，每粒卵可育蜂二十几头。广东在养蚕繁蜂方面有很成功的综合利用经验。柞蚕每雌产卵 200 粒左右（剖腹卵则更多），每粒卵可育蜂数十头。东北三省不仅在放养柞蚕方面有丰富的经验，而且近几年在贮存、繁蜂等方面也有一系列成功的办法。一套繁蜂装置每

天可生产几亿赤眼蜂(如：碌式接蜂器，辽宁 1977)。使用柞蚕卵所繁赤眼蜂，成本明显低于化学农药。用蚕种场废蛾卵繁蜂更是经济实惠。桑蚕(*Bombyx mori*)卵的利用经试验效果不好。

3. 其他植食性昆虫：对于其他植食性昆虫也早有应用，但一般说来饲养规模不大，常用作转换寄主。例如，美国发展用人工饲料养棉铃虫(*Heliothis zea*)等(Burton, 1969; Perkins 等, 1973; Lewis 等, 1976; Gross, 1976)。近几年我国各地也饲育一些植食性害虫，如杨扇舟蛾、柳天蛾和灯蛾等。

(三) 制造"人工卵"　在发展大规模繁殖赤眼蜂的初期，就有人考虑用人工培养基饲育赤眼蜂的问题。Peterson (1930) 就认为这是可能的，但他又认为是极端困难的。长期以来这方面并没有进一步研究。近几年美国才有人探索人工培养乃至制造"人工卵"的问题。Rajemdram 等(1973)曾观察加州赤眼蜂(*T. californicum*)在包着几种溶液的蜡卵上产卵的情况。Hoffman (1975) 报道了用棉铃虫(*Heliosthis zea*)血淋巴在滤纸上作无菌培养的结果：短管赤眼蜂能完成发育、羽化并产卵。他也提到试制"人工卵"成功，但未见进一步报道。近几年我国有一些研究单位先后开展了"人工卵"研究，并已有一些新进展：用半合成营养液能完成其生活史，但羽化率不高、生活力不强。总之，从国内、外研究结果来看，虽然有一些可喜的苗头，但距离生产上实际应用还有一段历程。事实上，要大量制造成本较低，质量较好，能够繁蜂供大规模治虫用的"人工卵"，还需要解决一系列问题，因此目前很难预言何时可以实现。

综上所述，可见供繁殖赤眼蜂的寄主卵来源主要是人工饲育。野外采集可作补充来源，而"人工卵"则是未来的希望。现在国外用麦蛾、米蛾等仓虫较多，我国主要用柞蚕和蓖麻蚕。于此应该强调指出，这两种蚕的应用是我国的特色，不仅能育出壮蜂而且是综合利用，因此很值得提倡，蓖麻蚕可用多种植物饲养，除蓖麻外，南方常用木薯、乌桕等，北方常用臭椿等。据研究，南方一些省区还可利用资源较多的鹤木(湛江蓖麻蚕研究所，1977)，且可能用较廉价的人工饲料喂养。柞蚕主要是在野外栎属(*Quercus*)的一些林木上放养。我国柞林资源丰富，目前所用仅占10%，大有开发利用的前途。柞蚕生产除东北三省、河南、山东等基地可继续发展外，亦可考虑在其他一些富有柞林资源的省区发展，如：贵州、四川、陕西、湖北、安徽等。但这是一个需要农业、林业、轻工业、商业乃至外贸等部门共同研究，合理安排的事业，需要全面规划、加强领导。据了解，山西、北京等省市近年已开始发展柞蚕，以便更好地解决繁蜂寄主卵供应问题。我国在养蚕繁蜂方面已累积了许多很成功的综合利用经验，有关方面应该进一步加以总结、推广。此外，如能解决用桑蚕卵繁殖赤眼蜂的问题，则又会开辟寄主卵的一大来源。

上述关于赤眼蜂的评价、提高防效的关键和寄主卵来源等问题的讨论主要是作者了解国内、外一些情况后的初步认识。基本看法曾在有关专业会议上谈过，并与一些植保工作者交换过意见。现在本着"双百"方针，整理成文，发表出来，以便与有关工作同志共同讨论。

参 考 文 献

广西农学院植保系生防室 1974 利用赤眼蜂防治害虫若干技术问题的探讨。昆虫学报 **17**(3)258—68。

广东省水稻害虫生物防治研究工作队 1974 利用赤眼蜂防治稻纵卷叶螟。昆虫学报 **17**(3)269—80。

王敏慧 1977 赤眼蜂的种下类型问题。昆虫知识 **14**(6): 191。

王敏慧 1978 国外应用赤眼蜂防治害虫概况。昆虫知识 **15**(4):

冯建国等 1977 赤眼蜂防治玉米螟的应用研究。昆虫学报 **20**(3)253—57。

辽宁省沈阳市于洪区农科所生防室 1977 碗式接蜂器简介。昆虫知识 **14**(6): 186—8。

江苏农科所等 1976 几种常用农药对赤眼蜂的影响。昆虫知识 **13**(1): 21—2。

安徽省阜南县赤眼蜂所 1974 赤眼蜂在淮北自然越冬初报。昆虫知识 **11**(3): 35。

庞雄飞、陈泰鲁 1974 中国的赤眼蜂属 Trichogramma 记述。 昆虫学报 **17**(4): 441—54。

钱永庆等 1964 南京玉米螟卵赤眼蜂的种类及其生物学特性的观察。 江苏农学报 **3**(2): 81—9。

蒲蛰龙 1976 我国害虫生物防治概况 昆虫学报 **19**(3): 247—52。

Brenière, J. 1965 Les trichogrammes parasites de *Proceras sacchariphagus* Boj., borer de la canne à sucre à Madagascar. *Entomophaga* **10**(1):83—96, **10**(2):99—117, 119—31, **10**(3):273—94.

Chambers, D. L. 1977 Quality control in mass rearing. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **68**(2):335—6.

Hassen, S. & A. Krieg, 1975 Über die schonende Wirkung *Bacillus thuringinsis*-Präparaten auf den Parasiten *Trichogramma cacoeciae. Z. Pflanzenkrakh. Pflanzensultz* **82**(8—9):515—21.

Hoffman, J. *et al.* 1975 In vitro rearing of the endoparasitic wasp, *Tricbgramma pretiosum. Ann. Entomol. Soc. Amer.* **68**(2):335—6.

Huetell, M. D. 1976 Monitoring the quality of laboratory-reared insects: a biological and behavioral perspective. *Environment. Entomol.* **5**(5):807—14.

Kot, J. 1968 Factors affecting the efficiency of *Trichogramma* introduction. Proceedings. XIII Intern. Congr. Entomol. Vol. 2:155—8.

Lewiss, W. J. *et al.* 1976 Production and performance of *Trichogramma* reared on eggs of *Heliothis zea* and other hosts. *Environment. Entomol.* **5**(3):449—52.

Meckauer, M. 1976 Genetic problems in the production of biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* **21**:369—85.

Parker, F. D. *et al.* 1971 Suppression of *Pieris rapae* using a new control system: mass releases of both the pest and its parasites. *J. Econ. Entomol.* **64**:721—35.

Quednau, W. 1960 Über die Identität der *Trichogramma*-Arten und einiger ihrer Ökotypen. Mitt. biol. Bundesanst. Ld.-u. Forstw., Heft 100:11—50.

Schieferdecker, H. 1968 Zur ökologischen Potenz von *Trichogramma* — Stämmen verschiedener Herkunft. Proceedings. XIII Intern. Congr. Entomol. Vol. 2:184—5.

Stein, W. & J. Franz 1960 Die Leitungsfähigkeit von Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* nach Aufzucht unter verschiednen Bedingungen. *Naturwissenschaften* **11**:262—3.

Voegele, J. et al. 1975 Les Trichogrammes. V. Premiers résultats sur l'introduction en Alsace sous forme de lâchers saisonniers de l'ecotype moldave de *Tri chogramma evenescens* Westw. contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* Hübn. *Ann. Zool. Écol. Anim.* **7**(4):535—51.

Wiackowska, I. 1965 Utilisation of *Trichogramma cacoeciae* March. in control of the plum moth depending on the numbers used and time of introduction. *Entomophaga* **10**(2):151—7.

Вареник, И. А. и Л. Л. Радзиевский 1975 Линия по производству ситотроги. *Защита Растений* **3**:24—5.

Дядечко, Н. П. и Г. Н. Цыбульская 1971 Повышение эффективности трихограммы. *Защита Растений* **11**:37—8.

Клок, В. Е. 1975 Трихограмма в борьбе с кукурузным. *Защита Растений* **12**:20.

Толстова, Ю. С. и др. 1974 Применение трихограммы с современными химическими и биологическими препаратами. *Химия в Сельском Хозяйстве* **12**(1):32—5.

Цыбульская, Г. Н. 1973 Качественная оценка трихограммы. *Защита Растений* **3**:24—6.

Щепетильникова, В. А. 1970 La différenciation intraspécifique de *Trichogramma* et la répartition régionale des espèces et des écotypes pour son utilisation efficace daus la lutte biologique. *Ann. Zool. Écol. Anim.*, No. hors sér. 3:71—6.

Щепетильникова, В. А. 1974 В кн.: Биол. средства защита раст., 138—58.

SOME PROBLEMS IN USING *TRICHOGRAMMA* SPP. FOR CONTROLLING INSECT PESTS

WANG MING-HUI
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

The use of *Trichogramma* in pest control is reviewed through an analysis of the history and present status. The impcrtance of these egg parasits in biological control has long been recognized. Although there were some unsucessful examples, this bio-control method was widely adopted in some coutries. At the present time, these wasps have been mass produced and releassed for controlling various insect pests. In China, during 1976, about 10 million *mu* were treated with *Trichogramma.* Many facts have shown that it is effective and economic. In order to improve field effects, selection of proper species and biological forms, breeding wasps of high quality and adopting some better field techniques are discussed. It is emphasized that to use more adaptive species and forms will produce more successful results.

In the mass-procuction of *Trichogramma* spp. the main problem usually is concerned not with the parastes but with the host insects. It may be solved by 1. collecting hosts from the fields; 2. rearing grain moths or other phytophagus lepidopterous insects; and 3. making ''artificial host eggs''. In China, mass procuction has been carried out by using the oak silkworm (*Antheraea pernyi*), the Eri silkworm (*Philosamia cynthia ricina*) and others. In order to provide large and enough numbers of host eggs, it is suggested that sericulture should be developed in the regions where the wasps are to be widely used, and there must be a comprehensive planning under effective leadership.